Monsieur Claude Bernard
Hommage
Melsens

ACADÉMIE ROYALE DE BELGIQUE.

(Extrait des Bulletins, 2me série, t. XXXV, nº 6; juin 1873.)

1

SUR LES BOISSONS ALCOOLIQUES GLACÉES PORTÉES A DES TEMPÉRATURES TRÈS-BASSES ET SUR LE REFROIDISSEMENT ET LA CONGÉLATION DES VINS ORDINAIRES OU MOUSSEUX;

PAR

M. MELSENS,

Membre de l'Académie royale de Belgique.

§ 1. *Expériences sur les boissons alcooliques fortement refroidies.*

Dans la séance du 1er mars dernier, j'ai fait une communication verbale sur les boissons alcooliques; je la complète dans cette note en tant que la question me semble pouvoir l'être au point de vue chimique, physique ou physiologique et laissant de côté tout ce qui pourrait paraître extra-scientifique dans des expériences de gastronomie ou de gastromanie.

La Belgique produit peu de vins, cependant quelques crus ne sont peut-être pas sans avoir un intérêt industriel et commercial.

En 1848, lors de l'exposition nationale des produits de

l'agriculture, je fus chargé, comme membre du jury, de m'occuper spécialement de cette question, mais des circonstances indépendantes de ma volonté ne me permirent pas de compléter l'enquête commencée avec MM. De Breyne-Peellart, De Le Haye et Gihoul, mes collègues du jury.

Parmi les vins d'origine belge exposés à cette époque il y avait du vin mousseux fabriqué à Huy par un ouvrier français, d'origine champenoise; ce vin avait quelques bonnes qualités, mais aussi des défauts qui devaient le faire rejeter par les personnes habituées à l'usage du champagne ou même de la tisane de champagne qui, à cette époque, se vendait au même prix que le vin mousseux de fabrication belge.

Nous n'avions pas au jury des dégustateurs de profession et nous dûmes bien, faute d'un *service de dégustation des boissons*, analogue à celui qui existe à Paris, nous rendre compte par nous-mêmes et par quelques amateurs de bonne volonté.

En vue de la possibilité de voir s'établir dans notre pays la fabrication d'un vin pétillant et cherchant à me rendre un compte exact des propriétés organoleptiques du mousseux exposé, je fis quelques expériences sur les modifications que la température pouvait apporter à un vin de qualité médiocre, si l'on en congelait une partie par exemple; mon but était de chercher à réaliser au moment même de la consommation les bons effets du froid sur les vins; ce ne fut que l'année suivante, en 1849, que parut le travail intéressant de M. de Vergnette-Lamotte (*Ann. de chimie et de physique,* t. XXV, 3e sér., p. 353). Les vins mousseux n'étant en général *frappés* lors de la consommation qu'à une température supérieure à la congélation, j'en congelai partiellement en vue d'apprécier l'amélioration probable de la partie qui résiste à la solidification.

Je n'ai pas à décrire des expériences de ce genre, mais

un fait excita mon attention en opérant, soit avec du vin naturel, soit avec ce même vin additionné de proportions variables d'eau-de-vie de bonne qualité, avant de le soumettre aux effets des mélanges réfrigérants, savoir le peu d'impression que faisaient sur la langue ou sur le palais comme effet frigorifique, bien entendu, des vins portés à quelques degrés sous 0°, en comparant la sensation à celle produite par des boissons non alcoolisées amenées à la même température; celles-ci paraissaient plutôt désagréables, même à la température de la glace fondante.

Je fus, je dois l'avouer, assez étonné de trouver excellente de l'eau-de-vie refroidie à —20° C; plus tard j'en fis goûter à des individus qui en prenaient un petit verre d'un seul trait, refroidie par un mélange de neige et de chlorure de calcium, c'est-à-dire de 30 à 35° sous zéro; le petit verre leur paraissait excellent; des amateurs d'eau-de-vie trouvaient en général celle qui était fortement refroidie, plus agréable, moelleuse, fine, ou, comme ils disent, plus soyeuse que la même eau-de-vie prise à la température ordinaire.

Lorsqu'on refroidit jusque —30° C environ, il est convenable de se servir de petits godets en bois pour éviter le réchauffement ou la sensation du verre froid, même lorsque l'on se sert d'un verre dit mousseline à parois très-minces.

A 30 degrés sous zéro les liquides alcooliques renfermant sensiblement la moitié de leur volume ou de leur poids d'alcool absolu deviennent visqueux ou sirupeux et opalins en général; on peut se demander si cette propriété physique intervient dans les différences appréciables des propriétés organoleptiques qu'acquièrent les eaux-de-vie dites *fine-champagne*, *cognac*, *rhum*, etc..... dont la composition correspond sensiblement à la formule

$$C^2H^6O, 3H^2O$$

si l'on prend une grande moyenne des eaux-de-vie de la consommation

C^2H^6O . . .	46
$3H^2O$ . . .	54
	100

c'est-à-dire à la quantité d'eau qui correspond au maximum de contraction des mélanges d'eau et d'alcool.

Je me suis demandé ensuite quelle serait la température minimum que nos organes dégustateurs pourraient supporter en faisant solidifier les eaux-de-vie d'abord vers —40° ou 50°C et qui prennent une consistance de plus en plus dure jusqu'aux températures les plus basses produites par l'évaporation de l'anhydride carbonique, solide, mélangé ou non avec l'éther.

Si l'on solidifie du cognac ou du rhum par une température de 40 à 50°C sous zéro et qu'on le prenne à la cuillère en guise de glace ou sorbet glacé, on est réellement étonné de la faible sensation de froid produite sur les organes; la pâte qui fond sur la langue paraît moins froide que les glaces ordinaires; dans mes leçons à l'école de médecine vétérinaire, je fais tous les ans une grande quantité d'anhydride carbonique, et à diverses reprises j'ai fait déguster à mes savants collègues médecins, physiologistes, professeurs, aux répétiteurs, même aux élèves, ce nouveau genre de glaces. Je ne tiens pas compte des personnes étrangères aux questions de température.

Beaucoup de ces dégustateurs bénévoles auxquels on donnait le cognac glacé sans leur dire la température avaient de la peine à admettre qu'ils venaient de poser sur la langue des glaces qu'on aurait pu leur servir dans un vase de mercure congelé; ces personnes ne pouvaient concevoir qu'elles venaient de supporter sans inconvénient le contact d'une subtance portée à une température aussi

basse par un mélange réfrigérant capable de produire l'effet d'une véritable brûlure, comme il en produit la sensation.

Mon savant confrère M. Donny de Gand a bien voulu cette année répéter l'expérience à son cours après la leçon, et il m'écrit : que plus de cent personnes ont goûté ce genre de glaces nouvelles et que toutes ont pu l'absorber très-agréablement à une température variable entre 40 et 50° C sous zéro.

Mais j'ai pu pousser la température beaucoup plus bas et je résume en quelques mots les impressions de beaucoup de personnes : il faut aller jusque — 60° C pour que l'on dise que c'est *froid*, rarement même j'ai entendu dire que c'était *très-froid*.

La température la plus basse sur laquelle j'ai expérimenté, d'abord moi-même, a été de — 71° C ; beaucoup de jeunes gens ont supporté avec agrément de gros glaçons, mais en général, surtout si la quantité est assez considérable, on m'a dit que cette glace faisait un effet analogue à une cuillerée de soupe prise *un peu trop chaude*.

Est-il besoin d'ajouter qu'il est indispensable de se servir d'une cuiller en bois; l'emploi d'une cuiller en métal fournirait une sensation très-désagréable et pourrait aller jusqu'à produire la brûlure.

Notons encore que de l'eau-de-vie refroidie à — 71° C, mise sur l'avant-bras sec, le cautérise légèrement, mais ne brûle pas comme le fait la pâte d'éther et d'anhydride carbonique solide.

Je désire me borner à constater ces faits qui de prime abord paraissent assez curieux au point de vue physiologique, laissant à d'autres le soin de les étudier aux divers points de vue auxquels on peut se placer.

On ne manquera pas de comparer ces effets aux expériences de caléfaction; l'explication serait très-simple et je ne crois pas devoir m'y arrêter.

§ 2. *Expériences sur la congélation des vins ordinaires et des vins mousseux.*

Comme complément à ce qui précède, je désire attirer en quelques mots l'attention des œnologistes sur le phénomène de la congélation des vins; il y aurait, ce me semble, un intérêt scientifique véritable à bien se rendre compte de tout ce qui se passe dans la congélation des vins ordinaires et en particulier des vins mousseux.

Pour les vins ordinaires, on ne connaît guère que les expériences de M. de Vergnette-Lamotte et de M. Boussingault, mais on n'a jamais étudié les phénomènes qui se présentent lorsque l'on *frappe* le champagne de façon à congeler une partie du contenu de la bouteille.

C'est à peine même si dans l'excellent ouvrage de M. E.-J. Maumené sur le travail des vins on trouve quelques indications; l'auteur avance un fait qui me paraît en contradiction avec ce que j'ai observé, lorsqu'il dit (page 408, § 583) que la température a une grande influence sur la formation de la mousse, ce qui est incontestable; mais il ajoute que : « *le vin frappé mousse* » *d'autant moins que sa température est plus basse; on* » *peut le rendre entièrement tranquille en le faisant con-* » *geler aux deux tiers ou aux trois quarts.* » Je crois que l'assertion du savant professeur de Reims n'est pas absolument exacte et que les choses se passent autrement. En effet le champagne mousseux doit offrir des phénomènes tout autres que ceux qui se sont présentés dans les expériences de MM. de Vergnette-Lamotte et de M. Boussingault; ces savants opéraient sur des vins ordinaires. Peut-être même les fabricants et négociants en vin de champagne, qui ont des capitaux si considérables engagés dans la consommation de leurs produits, auraient-ils un

intérêt à bien étudier cette question qui aurait pour but de déterminer la température à laquelle il faut refroidir des qualités données de vins mousseux afin de les offrir aux consommateurs dans les conditions les plus favorables à leur appréciation, c'est-à-dire pour leur faire acquérir un maximum de bonnes qualités, les uns devant être simplement refroidis, d'autres plus ou moins congelés.

Examinons, en effet, ce qui doit se passer dans un pareil liquide; supposons une bouteille amenée à 0°C ou à une température telle que les parois commencent à se couvrir de quelques glacons ; débouchée, elle ne contient que ce que le vin possède essentiellement comme boisson de luxe : ses matières extractives, ses sels, son arome, son alcool, son sucre et son acide carbonique plus ou moins condensé; mais à mesure que l'on refroidira et qu'une partie de l'eau se congèlera, l'alcool, le sucre, l'arome et l'acide carbonique que la congélation décompose, se concentreront plus ou moins, mais non proportionnellement à la partie congelée, dans celle qui est restée liquide; celle-ci doit donc acquérir des qualités nouvelles dépendant de la nature du partage qui se fait; à un moment donné, elle doit présenter un maximum possible de bonnes qualités au delà duquel la perte en vin serait trop considérable par suite d'une congélation trop avancée ou *poussée* trop loin. Autant que je puis en juger, ce raffinement au point de vue du goût peut être indiqué par le flacon en expérience.

En effet, refroidissons le vin jusqu'au moment de l'apparition des glacons sur les parois de la bouteille; enlevons le bouchon ficelé et remplaçons-le par un bouchon ordinaire bien fixé, puis refroidissons de nouveau : l'eau, se solidifiant, perd son acide carbonique qui se concentre dans l'alcool avec le sucre, l'arome, la matière colorante même pour le champagne , etc..., et comme l'alcool, supposé pur, dissout environ deux fois plus de gaz que l'eau,

le liquide restant contiendra plus d'acide carbonique; mais il doit incontestablement, avec des vins *grand-mousseux*, arriver un instant où l'acide carbonique, accumulé d'abord, rencontrant de l'alcool qui le dissout mieux et une dissolution de sucre plus concentrée qui le dissout moins bien que l'eau, tendra à s'échapper et pourra soulever le bouchon, peut-être même le chasser, car il faut aussi remarquer que l'accumulation de l'alcool ne s'opère que sur une faible quantité de ce produit, puisque les vins n'en renferment que 10 à 12 p. $^0/_0$; le liquide au centre du solide ne s'enrichissant pas de tout l'alcool correspondant à la quantité d'eau ou de produits solidifiés; quoi qu'il en soit, il me paraît que c'est à cet instant que le vin doit posséder le maximum des qualités qui le font tant rechercher et que cet instant est variable pour chaque espèce de vin.

Il serait facile d'imaginer un bouchon mobile s'adaptant à toutes les bouteilles et portant un petit manomètre indiquant le moment où la pression intérieure s'élève; dans tous les cas, ce petit appareil pourrait guider les dégustateurs et devenir d'un usage assez général chez les consommateurs de vins mousseux.

Il est aisé de s'assurer que les phénomènes se présentent réellement ainsi; il suffit de frapper une bouteille de champagne avec quelques précautions particulières.

On amène une bouteille de mousseux à quelques degrés sous 0°C en la plongeant complétement dans un mélange réfrigérant; lorsque les premiers glacons se présentent, on la débouche rapidement, on enlève une certaine quantité de vin destiné à doser l'alcool et le résidu solide et l'on remplace le bouchon ficelé par un bouchon ordinaire bien fixé à la main.

Le niveau du liquide est marqué par un trait de lime sur le col de la bouteille, puis on recommence la congéla-

tion en prenant la précaution de ne laisser la bouteille plonger que jusque vers la moitié de sa hauteur dans le mélange réfrigérant en évitant de secouer le vase. Au bout de quelque temps, la partie inférieure se congèle et l'on voit constamment du gaz traverser la partie restée liquide et s'accumuler dans le vide supérieur; on plonge progressivement la bouteille jusqu'à mettre le niveau du liquide intérieur au niveau du mélange réfrigérant, ce qui exige un temps très-long même avec un mélange maintenu constamment vers 15° C. La congélation se fait sur les parois et le centre reste liquide. Le froid se transmet difficilement à cette partie liquide et l'on constate une différence assez notable entre la température de ce liquide et celle du solide quand, après l'expérience, on traverse la partie non congelée.

A mesure que la solidification s'opère, il faut noter le phénomène de la dilatation totale du produit contenu dans la bouteille; en effet, l'eau solide n'a qu'une densité d'environ 0,930 dans les conditions de l'expérience et l'espace resté vide au-dessus du liquide se rétrécit d'une quantité qui n'est pas négligeable; or tout l'acide carbonique dégagé par la congélation et qui ne s'est pas dissous dans le liquide non congélé s'accumule dans cet espace et y exerce nécessairement une pression proportionnelle à la diminution du volume, dont il faut cependant déduire l'augmentation de solubilité dans le liquide sous-jacent; en somme, on s'aperçoit qu'il *doit* ou qu'il *peut* arriver un instant où le bouchon fixé pourra être chassé.

Une remarque me paraît encore utile dans l'intérêt des personnes qui voudraient faire une étude plus avancée de la congélation des vins; des quantités égales de vins mousseux et non mousseux étant exposés au même mélange réfrigérant, on remarque sans aucune espèce de mesure autre que celle de traits de lime sur les bouteilles,

que l'augmentation (*apparente au moins*) de volume est beaucoup plus considérable pour les vins mousseux que pour les vins rouges ou blancs ordinaires; dans quelques expériences qu'il faudrait répéter, ce rapport m'a paru n'être pas beaucoup inférieur à 4 : 1; deux qualités de mousseux ordinaire m'ont donné par bouteille une augmentation d'environ 60 centimètres cubes, tandis que les vins ordinaires de la Côte-d'Or, mais non mousseux, ne m'ont donné qu'environ 15 centimètres cubes.

J'ai dosé l'alcool du vin naturel, puis de la partie qui résiste à la congélation et enfin de la masse congelée, mais je n'ai pas assez multiplié les expériences; cependant la conclusion que je puis en tirer est parfaitement en harmonie avec les données générales des travaux de M. de Vergnette-Lamotte et de M. Boussingault en ce qui concerne les vins non mousseux; ainsi j'ai pu congeler la moitié et même les 2/3 des vins ordinaires renfermant 11 à 12.5 pour cent d'alcool et ne retrouver dans la partie restée liquide qu'une augmentation nullement proportionnée à la quantité congelée, dont le titre en alcool comparé avec le vin naturel n'est affaibli qu'en raison de la légère augmentation constatée dans le vin resté liquide.

On peut même admettre, d'après quelques expériences que j'ai faites, qu'il en est à peu près de même pour les matières solides non volatiles qui restent dissoutes; le vin naturel limpide est un peu moins riche en résidus solides, déterminés en chassant les produits volatils au bain-marie, que la partie du même vin qui a résisté à la congélation, tandis que la partie congelée liquéfiée ensuite et séparée de son dépôt est un peu moins riche en matière dissoute que le vin naturel.

Les œnologistes voudront bien tenir compte du motif qui me fait dire ce qui précède; c'est un contrôle basé sur de nombreuses expériences avec des vins de toutes quali-

lités qui seul peut élucider ces questions et j'y fais appel en me permettant de donner le résultat global de mes expériences.

Les vins mousseux se comportent tout autrement. En effet, pour une même quantité de liquide glacé, l'augmentation de l'alcool dans le liquide non congelé s'élève à trois et même à quatre ou cinq fois celle que l'on obtient pour la congélation des vins blancs et rouges; quant aux résidus de l'évaporation au bain-marie, indépendamment de ce que ce résidu s'élève à sept ou huit fois et même au delà du poids du résidu des vins ordinaires, le rapport de la quantité de matière solide soluble qui s'accumule dans la portion non congelée m'a paru un peu plus forte, tandis que la portion qui se trouve dissoute dans les glaçons dégelés est, au contraire, un peu plus faible que celles que l'on retrouve dans les vins non mousseux; mais je fais les mêmes réserves que précédemment.

§ 3. *Sur l'amélioration des vins par la congélation.*

Je crois, après avoir cité les travaux de M. A. de Vergnette-Lamotte et de M. Boussingault (*Annales de chimie et de physique,* année 1849, 3e série, t. 25, pages 353 et 363), devoir revenir d'une façon toute spéciale sur l'amélioration des vins produite par leur congélation, exécutée conformément aux données décrites avec détail dans l'ouvrage du premier de ces savants (1).

L'usage des appareils destinés à congeler les vins paraît se répandre en Bourgogne; il doit donc être reconnu qu'il y a des avantages réels à employer le procédé de la congélation en vue d'améliorer certains vins de ces crus, car il ne convient pas à tous indistinctement. La partie des vins

(1) *Le vin.* — (Paris Librairie agricole de la maison rustique. 1867 ?)

congelés qui reste liquide, et que l'on sépare de la glace solidifiée, trouble d'abord, se clarifie par le repos, et les vins qui en proviennent se conservent mieux que les vins naturels. Après le repos et la clarification spontanée, leur mérite spécial consiste à n'être plus sujets à subir les fermentations secondaires qui finissent par les mettre hors d'usage; ils s'enrichissent en alcool, en matières extractives; leur arome, comme leur couleur, s'exalte; ils perdent, par coagulation et précipitation, des matières albuminoïdes et des sels formant ensemble un magma plus ou moins abondant, etc., etc.

En un mot, les vins sont améliorés et se trouvent placés par cela même dans des conditions nouvelles qui assurent leur conservation et qui les préservent des diverses maladies qu'ils subissent souvent spontanément. M. Boussingault a prouvé que des liquides refroidis se conservent parfaitement.

MM. Boussingault et Chevreul ont apprécié les procédés de M. de Vergnette-Lamotte et leur ont donné l'appui de leur autorité à la Société d'Agriculture de Paris.

Je désire me placer au point de vue pratique et théorique, en indiquant des procédés que je crois nouveaux dans l'application de la congélation faite dans des conditions où on enlève réellement de l'eau presque pure aux vins que l'on congèle. Examinons la question à ce point de vue.

M. Boussingault croit que le vin soumis à la *gelée* ne se comporte pas autrement que des mélanges alcooliques; il n'admet pas que la congelation soit capable de produire un composé solide d'eau et d'alcool en proportions définies, comme M. de Vergnette-Lamotte l'avait admis d'abord; du vin blanc du clos du Liebenfrauenberg provenant de la récolte de 1846 contenant 12.5 d'alcool pour cent, peut se prendre en masse dans l'espace d'une nuit si la température descend à 10°C au dessous de zéro: à peine le savant

français put-il d'une de ses bouteilles extraire un centimètre cube d'un liquide d'une saveur vineuse très-agréable, mais qui, par la dégustation, ne paraissait pas plus *chaud* que le vin soumis à la gelée.

M. Boussingault a reconnu « que les *glaçons,* après leur » fusion, donnent un liquide alcoolique, et que, par con- » séquent, ils ne sont pas, comme on le croit générale- » ment, de l'eau congelée à peu près pure. »

Mais on peut se placer dans des circonstances différentes et autres que celles dans lesquelles les expériences du savant français ont été faites.

On peut se poser la question suivante : Peut-on retirer de l'eau pure d'un vin congelé ? C'est le problème que je me suis posé et que l'on peut résoudre sans trop de difficulté au point de vue pratique ou industriel ; mais avant d'en venir aux procédés que je décrirai, il est utile de voir comment les choses se passent dans la pratique lorsque l'on opère au moyen des sabotières de M. de Vergnette-Lamotte.

Les sabotières en fer blanc de $0^{m},90$ de haut sur $0^{m},42$ de diamètre, contenant 114 litres de vin, sont mises au centre d'un tonneau ordinaire placé debout et défoncé par le haut, puis entourées d'un mélange de glace et de sel marin. Douze heures après, on fait écouler l'eau salée par un robinet qui se trouve au bas du tonneau. On renouvelle le mélange réfrigérant, et, douze heures après, on décante convenablement et avec quelques soins particuliers le vin resté liquide, en se servant de longs syphons en fer blanc d'un fort diamètre.

Voici les résultats de quelques opérations donnés sous forme de tableau dans les travaux de M. de Vergnette-Lamotte ; je complète ce tableau en y ajoutant les colonnes n°s 5 à 12, qui permettent de voir d'un seul coup toutes les données :

TABLEAU extrait du travail de M. A. DE VERGNETTE-LAMOTTE.

Nº d'ordre des EXPÉRIENCES.	1. ORIGINE DES VINS.	2. RICHESSE alcoolique des VINS *avant* leur exposition au froid.	3. RICHESSE alcoolique des VINS *après* leur exposition au froid.	4. DÉCHET résultant de la congélation en centièmes.
1	Premiers crus. . . . 1837	11.50	12.12	12.00
2	Id. . . . 1841	12.27	12.61	7.00
3	Id . . . 1842	12.70	13.10	7.00
4	Id. blancs 1841	12.60	13.17	7.50
5	Id. id. 1842	13.20	14.65	20.00
6	Grand ordinaire. . . 1844	10.50	10.97	8.00
7	Premiers crus. . . . 1846	13.60	14.05	8.00
	SOMMES.	86.37	90.67	69.50
	MOYENNES. . . . . » .	12.34	12.95	9.93

Données qui complètent ce tableau.							
5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
AUGMENTATION de la richesse alcoolique dans LE VIN congelé.	AUGMENTATION de la richesse alcoolique en supposant que le déchet soit constitué par de L'EAU pure.	DIFFÉRENCE *en moins* sur LA RICHESSE réelle constatée colonne n° 3.	PERTE D'ALCOOL entraîné par L'EAU en centièmes.	ALCOOL TOTAL dans LE VIN en centièmes. Ramenés à l'alcool total contenu dans le vin naturel.	ALCOOL TOTAL dans L'EAU du déchet EN centièmes.	PERTE de L'ALCOOL en centièmes.	ALCOOL dans LE VIN en centièmes.
0.62	13.07	0.95	6.91	10.67	0.83	7.23	92.77
0.34	13.20	0.59	7.86	11.72	0.55	4.48	95.52
0.40	13.66	0.56	7.43	12.18	0.52	4.10	95.90
0.57	13.63	0.46	5.60	12.18	0.42	3.34	96.66
1.45	16.50	1.85	7.40	11.72	1.48	11.21	88.79
0.47	11.41	0.44	5.12	10.09	0.41	3.90	96.10
0.45	14.78	0.73	8.38	12.95	0.67	4.99	95.01
4.30	96.25	5.58	48.70	81.49	4.88	39.25	660.75
0.61	13.75	0.80	6.96	11.68	0.70	5.61	94.39

Les colonnes n°s 1, 2, 3 et 4 sont celles de M. de Vergnette-Lamotte; la colonne n° 5 montre l'augmentation réelle de la richesse alcoolique dans le vin congelé, tandis que le n° 6 nous donne la richesse que le vin pourrait acquérir si tout l'alcool du vin naturel se concentrait dans le liquide séparé des glaçons; le n° 7 fait voir la différence *en moins* que l'on constate. Il est bon, ce me semble, d'avoir sous les yeux en même temps le contenu en alcool entraîné dans le déchet de la colonne n° 4; sous une autre forme, les colonnes n°s 9 et 10, dont la somme équivaut à la richesse alcoolique totale indiquée dans le vin naturel à la 2e colonne, donnent la totalité de l'alcool dans le vin et dans le déchet : enfin on a *en centièmes* les pertes d'alcool comparées entre les différentes expériences dans les colonnes n°s 11 et 12; cette perte s'élève en moyenne à $\frac{39,25}{100.00} = 5.61$ pour cent. Il est facile de prendre toutes les moyennes des autres données générales par les deux lignes horizontales du tableau, comprenant les *sommes* et leurs *moyennes*.

Un fait surtout est frappant : c'est que, dans la plupart des cas, les pertes relatives en alcool sont d'autant plus fortes que les déchets sont plus considérables, ce qui est prouvé surtout par les deux expériences n°s 1 et 5, dans lesquelles les déchets s'élèvent à 12 et à 20 pour cent; il semble en résulter que des vins pauvres en alcool, si l'on voulait les enrichir convenablement, donneraient relativement des pertes considérables, et qu'il faudrait employer un procédé de congélation tel que le solide restant après l'écoulement du vin enrichi ne fût constitué que par de l'eau pure ou presque pure.

Quand on compare les données des colonnes n°s 5 et 10, on s'aperçoit que l'augmentation de richesse alcoolique dans le vin est *à peu près* proportionnelle à la perte d'alcool entraîné par l'eau du déchet.

§ 4. *Moyens proposés pour exploiter les vins congelés de façon à n'en retirer que de l'eau pure.*

Ce moyen est des plus simples : la congélation se fait artificiellement par l'emploi des mélanges réfrigérants ou en profitant des nuits froides de l'hiver ; aucune précaution particulière n'est exigée ; on peut même chercher à marcher vite en remuant le liquide en congélation de façon à le transformer en un magma homogène dont la température soit d'environ 10°C sous zero, mais j'ai fait très-convenablement l'expérience en ne congelant le vin que vers 6° ou 7°C sous zéro, température indiquée par un thermomètre servant à remuer le vin congelé.

Cette masse semi-solide colorée en jaune pâle pour les vins blancs, en rouge plus ou moins foncé pour les vins rouges, est un mélange de glaçons d'eau pure emprisonnant du vin liquide; sauf la couleur, elle est comparable à de la neige imprégnée d'eau ; en un mot, c'est une pulpe humide dont il faut extraire le liquide par des moyens mécaniques rapides et des plus simples. Quand j'ai opéré en petit, il m'a suffi de mettre cette pulpe dans une toile métallique disposée comme le serait un panier à salade ayant un complément pouvant retenir le liquide, un sac en toile métallique fixé à la partie supérieure d'un flacon à large ouverture; il restait du solide plus ou moins fade dans la toile métallique, tandis que le liquide, contrairement aux observations faites par M. Boussingault, était *franchement beaucoup plus chaud* que le vin naturel; mais il faut remarquer expressément que le savant français était dans des conditions tout à fait différentes de celles dans lesquelles je me place. Cette expérience bien simple

a reçu une autre forme en disposant sur un ancien modèle de machine pour la démonstration de la force centrifuge dans les cours de physique une petite turbine improvisée et à laquelle j'ai donné plusieurs formes.

Dans ces conditions très-précaires, j'ai pu recueillir un déchet bien plus élevé que celui indiqué par la moyenne de la colonne n° 4 du tableau ; ce déchet, composé de glaçons presque complétement incolores, même lorsqu'il provenait de vin rouge ou d'un mélange de vin rouge et de vin blanc, était sans saveur, ne renfermait pas d'alcool ou n'en contenait que de faibles quantités, ainsi qu'un peu de matière organique soluble dans l'eau filtrée provenant des glaçons fondus.

J'ose conclure de mes expériences qu'avec des turbines, telles que celles qui sont employées dans l'industrie du sucre, par exemple, on obtiendrait de l'eau pure ou presque pure et du vin enrichi de tout l'alcool et de la presque totalité des résidus solides et solubles des vins ; avec mes appareils improvisés j'étais obligé de filtrer les deux produits. Je fais donc forcément abstraction des matières salines et albuminoïdes qui se précipitent par la congélation qui étaient retenues par les filtres.

Mais dans les pays vignobles les bons pressoirs ou les presses hydrauliques ne servent que pendant un temps très-court et rien n'empêche d'opérer par pression.

J'ai fait plusieurs expériences avec une petite presse à main et à vis sur des vins blancs, des vins rouges et leurs mélanges, ainsi qu'avec des vins artificiels composés d'eau, d'alcool, de tartrate acide de potasse, d'un peu de vinaigre et des traces de blanc d'œuf.

Ces liquides renfermaient de 10 à 12 p. °/₀ d'alcool. J'ai pu obtenir des quantités de glaçons s'élevant à 16, 20 et

même 25 p. °/₀ du poids du produit mis en expérience; ceux-ci, filtrés après fusion, ne renfermaient pas d'alcool ou n'en renfermaient que très-peu; ils étaient presque complétement blancs; évaporés à siccité, ils ne laissaient que des traces des résidus solides ne s'élevant parfois qu'à un peu plus d'un millième ou un cinq centième, poids du liquide évaporé; ceux-ci calcinés donnaient un peu de matière organique dégageant l'odeur de pain brûlé et laissaient une très-petite quantité de cendre alcaline.

J'ai même pu, dans ces conditions peu favorables, retirer de vins blanc et rouge de Bourgogne au delà de 40 p. $^0/_0$ de glaçons ne renfermant que 3 à 4 p. $^0/_0$ d'alcool, le vin étant enrichi dans les rapports de 12 à 18,5 d'alcool environ; ce vin filtré était nécessairement beaucoup plus coloré que le vin naturel et laissait beaucoup plus de résidu solide par simple évaporation au bain-marie.

Il suffit de comparer les nombres ci-dessus que je donne d'une manière globale à l'expérience n° 5 du tableau de M. de Vergnette-Lamotte; il fait une perte de 11.21 p. $^0/_0$ d'alcool dans ses 20 p. $^0/_0$ de déchet et le vin n'est enrichi que dans les rapports de 13,20 à 14,65 p. $^0/_0$ d'alcool; — en d'autres termes, comparant mes résultats avec ceux inscrits dans les colonnes n°s 11 et 12, je fais une perte de 14 p. $^0/_0$ de l'alcool au lieu de 11; mais aussi j'extrais le double de liquide insipide et la quantité d'alcool dont le vin s'enrichit dans mon expérience est représenté par le rapport 100:154, tandis que dans l'expérience de M. de Vergnette-Lamotte, ce rapport n'est que de 100:111.

La presse dont je me suis servi n'était pas assez énergique pour donner aux glaçons la texture vitreuse ou transparente de la neige ayant subi le regel; ils restent translucides; il y a lieu de répéter les expériences à la

presse hydraulique; parfois je rejetais dans le liquide les bords humides encore des pains de glace sortant de la presse. Je faisais ainsi des pertes notables de solide.

Voici une dernière expérience qui fera voir directement l'avantage du procédé et sa facile exécution :

Des mélanges de vins rouge et blanc de Bourgogne ayant déjà servi à d'autres expériences sont additionnés d'eau de façon à reproduire la couleur du vin rouge naturel; il renferme 11 p. $^0/_0$ d'alcool absolu à 15°C. On le congèle en le remuant de temps à autre avec le thermomètre dans une sabotière de fer-blanc, et l'on amène la température à —7°C environ. Je dis environ, car il est difficile de prendre exactement cette température; en effet, le produit qui touche les parois est plus froid que celui qui se trouve au centre de la sabotière; en remuant, on introduit de l'air, mais ces circonstances ne permettent que de donner une température approchée.

Quoi qu'il en soit, cette pâte fut introduite dans un vase cylindrique de fer-blanc d'une hauteur de 0^m200 et de 0^m100 de diamètre; à la moitié de sa hauteur on avait soudé une toile métallique; vers le fond sur la paroi latérale une ouverture fermée par un bouchon permettant d'enlever le liquide.

Cet appareil, disposé sur la machine à force centrifuge dont le mouvement était loin de pouvoir être rapide, permit d'enlever à 605 grammes de pâte vineuse 465 grammes de liquide que l'on recueillit en arrêtant l'opération à diverses reprises; ce liquide, d'abord très-coloré, devenait d'autant plus pâle que l'opération durait davantage; à la fin il était peu coloré; la toile métallique avait retenu 140 grammes de véritable neige, blanche au-dessus et colorée en rose pour les parties internes et surtout pour

celles qui reposaient sur la toile métallique; — en somme et en *nombres ronds*, on avait obtenu sur cent parties :

Glace. . .	23
Vin . . .	77
	100

Cette glace, fondue et filtrée, avait une couleur rosée (*). Elle renfermait 2,2 p. % d'alcool, laissant très-peu de matière solide par incinération.

Le vin avait une richesse alcoolique de 13.5; il aurait eu une richesse de 14.4, si le résidu solide était de l'eau pure; la différence en moins est donc de 0.9 pour cent sur l'alcool donné par l'expérience.

En calculant toutes les données de l'expérience, conformément à celles du tableau, nous retrouvons d'abord très-sensiblement l'alcool total du vin dans les produits :

$$1^{\circ}\ \text{Dans l'eau}\ 23 \times \frac{2.2}{100} = 0{,}50$$

$$2^{\circ}\ \text{Dans le vin}\ 77 \times \frac{13.5}{100} = 10{,}40$$

$$10{,}90$$

soit 10,90 p. % au lieu de 11.

La perte de l'alcool entraîné dans la glace ne s'élève

(*) Je reviendrai plus tard sur la définition de la couleur faite conformément aux cercles et aux gammes chromatiques de l'illustre doyen des chimistes, M. Chevreul. J'ai fait trop peu d'expériences dans cette direction. On aura cependant une idée de la difference de couleur, en examinant la gamme chromatique rouge :

L'eau de fusion de la glace correspondait au *ton* 4 ou 5 ; le vin naturel au *ton* 11 ; le vin débarrassé de 23 p. % d'eau légèrement colorée (ton 4 ou 5), au *ton* 13 ou 14.

donc qu'à 4.5 p. %; le vin en renferme 95.5 p. %. Ces données, comparées à celles du tableau, n'ont besoin d'aucun commentaire.

Dans les expériences faites au moyen de la presse, je me suis contenté souvent de la détermination du poids du solide et de son examen; j'ai opéré ainsi dans plusieurs expériences, car il fallait enfermer le vin congelé dans des linges; le liquide qui s'écoulait au commencement était très-riche, celui que le linge retenait ensuite était, au contraire, pauvre soit en alcool, soit en extrait. J'évite actuellement cet inconvénient en pressant le vin congelé placé dans une fine toile métallique entre deux lames de fer-blanc.

J'ose donc conclure sans hésitation de l'ensemble de mes expériences dont je crois absolument inutile de donner des détails plus circonstanciés qu'avec des mélanges réfrigérants convenables des moyens mécaniques énergiques et un travail bien organisé industriellement, on pourra améliorer les vins par congélation dans tels rapports que l'on voudra, et essentiellement en ne lui enlevant que de l'eau presque pure.

J'ignore si cette industrie, en la supposant établie dans notre pays, pourrait donner une plus value aux vins des bords de la Meuse et de quelques autres parties du pays, mais l'essai serait à tenter, surtout dans les mauvaises années, et les bonnes années sont rares chez nous.

Quel sera le caractère de nos vins après la congélation? L'expérience seule peut en décider sur l'avis d'amateurs de vin du pays que l'on rencontre encore à Liége et à Huy, m'assure-t-on; mais à mon sens, cette amélioration me paraît plus loyale, plus logique que le sucrage avant la fermentation, le vinage après, ou les *recoupages* avec les *gros vins* du midi.

Quant aux vins comme les bons crus de Bourgogne et de Bordeaux, il paraît incontestable, d'après les expériences de M. de Vergnette-Lamotte, qu'il y a un intérêt réel à faire l'opération en vue des vins d'exportation. Il me semble qu'elle pourrait, pour beaucoup de vins auxquels on est obligé d'ajouter de l'*alcool* en vue de leur conservation, remplacer avec avantage le *vinage*, tels sont les vins d'Espagne, de Portugal, d'Italie, de Hongrie et du midi de la France.

Puis viendraient les vins de consommation ordinaire comme ceux des bords du Rhin, etc., surtout dans les années calamiteuses.

Un point essentiel à remarquer consiste à prévoir que beaucoup de vins, qui doivent actuellement se consommer sur les lieux d'exploitation, pourraient être exportés.

§ 5. *Expériences sur l'amélioration des bières par congélation.*

Les bières ne me paraissaient pas devoir être absolument exclues d'une transformation analogue à celle que l'on peut faire subir aux vins, surtout si on les considère comme une boisson tonique, pouvant remplacer avantageusement les vins coûteux, ne fût-ce que dans des cas assez limités. Remarquons d'abord que ces liquides, si différents dans les diverses provinces de notre pays doivent fermenter avec des quantités considérables d'eau si l'on veut leur conserver leur cachet particulier; il me paraît peu probable qu'on puisse les obtenir directement au moyen de moûts très-denses ou trop riches en matières sucrées et azotées nutritives.

Quoi qu'il en soit, lors des tristes épidémies de typhus

qui ont sévi à Bruxelles avec tant d'intensité, plusieurs médecins, soit au début de la maladie, soit lors de la convalescence, ordonnaient à leurs malades des vins de Porto, etc.... et pour les personnes peu aisées, ils remplaçaient le vin par du *lambic*, bière forte de Bruxelles.

C'est sur cette bière que j'ai fait quelques expériences, guidé par les considérations que je viens d'indiquer et par un ancien proverbe flamand que je traduis librement; il nous montre la bière comme un aliment capable de remplacer le pain : *Les dépenses chez le boulanger diminuent quand elles augmentent chez le brasseur* (*).

La bière est un excitant, mais aussi un aliment; si les médecins ont obtenu avec du lambic des résultats analogues à ceux que l'on obtient avec des vins d'un prix élevé, pourquoi n'enrichirait-on pas cette bière et beaucoup d'autres bières de garde de notre pays.

Pourquoi, dans les hôpitaux, par exemple, ne préparerait-on pas des bières très-fortes pouvant remplacer les vins dans des cas déterminés. Quoi qu'il en soit, n'oublions pas d'observer qu'en éliminant l'eau, nous concentrons l'alcool dans la bière, mais surtout les principes solides dissous incontestablement assimilables. Tout porte à croire qu'on la rend ainsi susceptible d'une conservation et d'une durée aussi longue que celle des vins corsés.

Je n'ai fait que quelques expériences avec du lambic en lui enlevant de 20 à 40 p. °/₀ d'eau congelée, soit par la presse, soit par la turbine, et je puis résumer en quelques mots.

(*) *Daar de brouwer binnen is, moet geen bakker komen.*

Ou :

Daar de bakker zit, kan de brouwer niet liggen.

Cette bière, au moins celle sur laquelle j'ai opéré, se trouble légèrement avant la congélation; amenée à 5 ou 7 degrés sous 0°, elle forme un magma épais, facile à presser ou à passer à la turbine.

Le liquide qui s'écoule se fonce en couleur et devient sirupeux d'autant plus qu'on lui enlève plus d'eau; la glace fondue, même en poussant la congélation jusqu'à extraire environ 40 p. °/₀ d'eau, est peu colorée, ne renferme que très-peu d'alcool et très-peu d'extrait, tout s'est concentré dans le liquide.

Il me semble donc possible facilement de doubler et au delà la valeur nutritive et excitante de nos bières brunes, celles qui jouissent de la propriété de pouvoir être gardées en cave pendant quelque temps, ou qui ne doivent pas être consommées de suite.

Bruxelles, impr. de F. Hayez.